

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平 10 - 275768

(43) 公開日 平成 10 年 (1998) 10 月 13 日

(51) Int. Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H01L 21/027			H01L 21/30	520 A
G03F 7/207			G03F 7/207	H
H01L 21/68			H01L 21/68	F
			21/30	525 R

審査請求 未請求 請求項の数 8 F D (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願平 9 - 95284

(22) 出願日 平成 9 年 (1997) 3 月 28 日

(71) 出願人 000004112

株式会社ニコン

東京都千代田区丸の内 3 丁目 2 番 3 号

(72) 発明者 奥村 正彦

東京都千代田区丸の内 3 丁目 2 番 3 号 株

式会社ニコン内

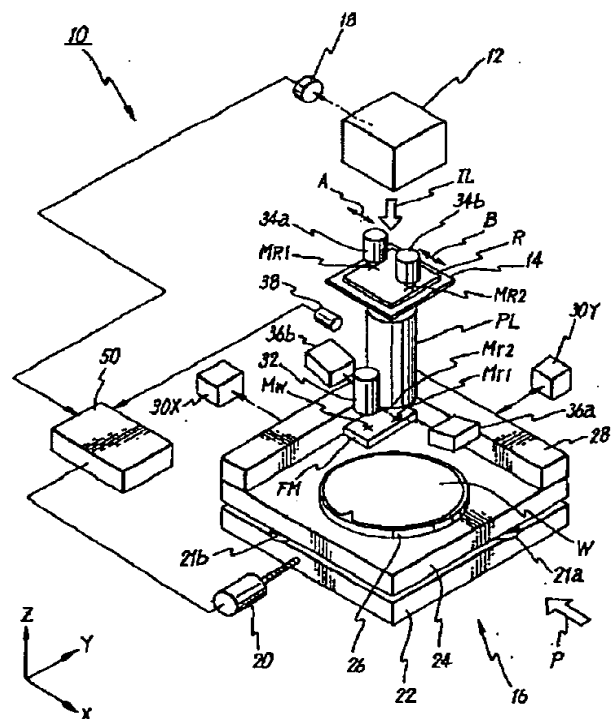
(74) 代理人 弁理士 立石 篤司 (外 1 名)

(54) 【発明の名称】 投影露光装置及び相対位置計測方法

(57) 【要約】

【課題】 基準板取付け作業を簡略化する。

【解決手段】 主制御装置 50 では基板ステージ 22 の位置決めを行ない、フォーカス検出系 (36a, 36b) の検出値をモニタしつつ基準板 (FM) 上の第 1 基準マーク (Mr) に位置検出系 (34a, 34b) を合焦させると同時に第 2 基準マーク (Mw) にマーク検出系 (32) を合焦させるように基板駆動系 (21a, 21b) が制御される。このため、基準板 (FM) の基板テーブル (24) への取付け後においても、第 1 基準マークに位置検出系を合焦させると同時に第 2 基準マークにマーク検出系を合焦させることが可能になることから、基準板 (FM) をある程度ラフに基板テーブル (24) に取り付けておいても良くなるので、結果的に基準板取付け作業に熟練が不要となり、その作業も容易になる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 マスクに形成されたパターンを投影光学系を介して感光基板上に投影露光する投影露光装置であって、

所定の基準面内を 2 次元移動可能な基板ステージと；前記感光基板を保持する基板テーブルと；前記基板ステージ上に搭載され、前記基板テーブルを前記投影光学系の光軸方向及びこれに直交する面に対して傾斜する方向に駆動する基板駆動系と；前記基板テーブル上に載置されるとともに第 1 基準マークと第 2 基準マークとが所定の位置関係で形成された基準板と；前記感光基板及び前記基準板の光軸方向位置を検出するフォーカス検出系と；前記基準板上の前記第 1 基準マークと前記マスクのパターンの投影位置との相対位置関係を計測する位置検出系と；前記感光基板上の位置合わせマーク及び前記基準板上の第 2 基準マークの位置を検出するためのマーク検出系と；前記基板ステージの 2 次元位置を制御するステージ制御系と；前記ステージ制御系を介して前記基板ステージの位置決めを行なうとともに、前記フォーカス検出系の検出値をモニタしつつ前記基準板上の前記第 1 基準マークに前記位置検出系を合焦させると同時に前記第 2 基準マークに前記マーク検出系を合焦させるように、前記基板駆動系を制御する制御手段とを有する投影露光装置。

【請求項 2】 前記フォーカス検出系による前記第 1 基準マークと前記第 2 基準マークとの前記光軸方向の位置の検出結果が予め記憶された記憶手段を更に有し、前記制御手段は、前記記憶手段に記憶された検出結果を用いて、前記マーク検出系の前記第 2 基準マークに対する前記合焦動作と前記位置検出系の前記第 1 基準マークに対する前記合焦動作とを行なうことを特徴とする請求項 1 に記載の投影露光装置。

【請求項 3】 前記制御手段は、前記ステージ制御系を介して前記基板ステージの位置決めを行なうとともに、前記フォーカス検出系を用いて前記第 1 基準マークと前記第 2 基準マークとの前記光軸方向の位置をそれぞれ検出し、この検出結果を用いて前記マーク検出系の前記第 2 基準マークに対する前記合焦動作と前記位置検出系の前記第 1 基準マークに対する前記合焦動作とを行なうことを特徴とする請求項 1 に記載の投影露光装置。

【請求項 4】 大気圧を計測する大気圧センサを更に有し、前記制御手段が、大気圧変化をも考慮して前記マーク検出系の前記第 2 基準マークに対する前記合焦動作と前記位置検出系の前記第 1 基準マークに対する前記合焦動作とを行なうことを特徴とする請求項 1 ないし 3 のいずれか一項に記載の投影露光装置。

【請求項 5】 前記マスク又は投影光学系に対して照射される露光光の光量を計測する光量センサを更に有し、前記制御手段は、前記光量センサの計測結果に基づいて

前記投影光学系の露光光照射による照射変動をも考慮して前記位置検出系の前記第 1 基準マークに対する前記合焦動作を行なうことを特徴とする請求項 1 ないし 4 のいずれか一項に記載の投影露光装置。

【請求項 6】 第 1 基準マークと第 2 基準マークとが所定の位置関係で形成された基準板と、前記第 1 基準マークとマスクのパターンの投影位置との相対位置関係を計測するための位置検出系と、前記パターンが投影光学系を介して投影露光される感光基板上に設けられた位置合わせマークの位置を検出するマーク検出系とを備えた露光装置に用いられる、前記パターンの投影位置と前記マーク検出系との相対位置関係を計測する相対位置計測方法において、

所定の基準面に対する前記基準板上に設けられた前記第 1 基準マークと第 2 基準マークとの前記投影光学系の光軸方向位置の差を計測し、

前記マーク検出系のベストフォーカス位置と前記位置検出系のベストフォーカス位置とをそれぞれ算出し、

前記計測された光軸方向位置の差及び前記算出された各ベストフォーカス位置とに基づいて前記基準板上の前記第 1 基準マークを前記位置検出系に合焦させると同時に前記第 2 基準マークをマーク検出系に合焦させた状態で、

前記位置検出系により前記第 1 基準マークと前記マスクのパターンの投影位置との相対位置関係を検出するとともに前記マーク検出系の検出中心と前記第 2 基準マークとの位置ずれを検出し、これらの検出結果と前記両基準マークの既知の位置関係とに基づいて前記パターンの投影位置とマーク検出系との相対位置関係を計測することを特徴とする相対位置計測方法。

【請求項 7】 前記マーク検出系のベストフォーカス位置と前記位置検出系のベストフォーカス位置の算出は、少なくとも大気圧変化を考慮して行われることを特徴とする請求項 6 に記載の相対位置計測方法。

【請求項 8】 前記位置検出系のベストフォーカス位置の算出は、前記投影光学系の照射変動を考慮して行われることを特徴とする請求項 7 に記載の相対位置計測方法。

## 【発明の詳細な説明】

【 0 0 0 1 】

【発明の属する技術分野】 本発明は、投影露光装置及び相対位置計測方法に係り、更に詳しくは、半導体素子、液晶表示素子等をフォトリソグラフィ工程で製造する際に用いられる投影露光装置、及び投影露光装置に用いられる、マスクパターンの投影位置と感光基板上の位置合わせマークの位置を検出するマーク検出系の検出中心との相対位置関係を計測する相対位置計測方法に関する。

【 0 0 0 2 】

【従来の技術】 従来より、半導体素子、液晶表示素子等をフォトリソグラフィ工程で製造する際には、マスク又はレチクル（以下、「レチクル」と総称する）に形成さ

れたパターンを投影光学系を介してフォトリソ等の感光材が塗布されたウエハ又はガラスプレート等の基板（以下、「ウエハ」と総称する）上に投影露光する投影露光装置が用いられている。この投影露光装置としては、ステップ・アンド・リピート方式でウエハ上の各ショット領域に露光を行なう縮小投影露光装置（ステッパー）や、このステッパーを改良したステップ・アンド・スキャン方式の走査型露光装置等が知られている。

【0003】例えば半導体素子は、ウエハ上に多数層の回路パターンを所定の位置関係で積み重ねて形成されるので、2層目以降の回路パターンをウエハ上に露光する際には、露光に先立ってレチクルとウエハの各ショット領域内の回路パターンとの位置合わせ（アライメント）を高精度に行う必要がある。このアライメントを行うために、ウエハ上にはそれまでの工程中で位置合わせマークとしてのアライメント・マーク（ウエハマーク）が形成されており、そのアライメント・マークの位置を検出することで、ウエハ上の各ショット領域内の回路パターンの正確な位置を検出することができる。

【0004】このため、投影露光装置には、アライメント・マークの位置を正確に検出するためのマーク検出系（アライメントセンサ）が装備されている。このマーク検出系は、投影光学系を介してアライメント・マークの位置を検出するオン・アクシス方式と投影光学系を介さないでアライメント・マークの位置を検出するオフ・アクシス方式とがある。前者のオン・アクシス方式ではアライメント光と露光光との波長の相違による色収差等の問題があるため、後者のオフ・アクシス方式のマーク検出系が比較的多く用いられている。

【0005】図5には、従来の投影露光装置の一例が示されている。この図5の投影露光装置は、XY面内で2次元移動するXYステージ102を備えている。このXYステージ102上に、Z駆動機構112a、112b、112c（但し、紙面奥側の112cは図示せず）を介して試料台104が搭載されている。この試料台104上にレベリング機構111a、111b、111cを介してウエハ・ホルダ105が設けられおり、このウエハ・ホルダ105上にウエハWが吸着保持されている。また、試料台104上には、不図示の干渉計用の移動鏡（L字型ミラー）114及び基準板FMが設けられている。基準板FMの表面には一対の第1基準マークMr、第2基準マークMw等が形成されている。

【0006】また、ウエハ・ホルダ105の上方に投影光学系PLが配置されており、この投影光学系PLの側面にオフ・アクシス方式のマーク検出系としてのウエハ・アライメント・センサ106が設けられている。このウエハ・アライメント・センサ106により、基準板FMの表面に形成された第2基準マークMwや、ウエハWの表面にパターニングされたアライメント・マークのXY平面内での位置が計測可能となっている。

【0007】さらに、投影光学系PLの上方には、レチクルRが配置されており、このレチクルRは不図示のレチクル・ホルダによって保持されている。このレチクルRの中央部には、不図示の回路パターン（被露光パターン）が形成されており、その両側に一対のレチクル・アライメント・マークM<sub>a</sub>が形成されている。レチクルRの上方には、レチクル・アライメント・センサ109a、109bが設けられており、これらのレチクル・アライメント・センサ109a、109bによってレチクル・アライメント・マークM<sub>a</sub>と基準板FM上に形成された一対の第1基準マークMrとの位置ずれを計測できるようになっている。

【0008】この他、この投影露光装置には、ウエハW表面の投影光学系PLの光軸方向の位置（変位）を計測するフォーカス・センサ（108a、108b）も設けられている。

【0009】この投影露光装置では、予めウエハW上に形成されたアライメント・マークの位置を、ウエハ・アライメント・センサ106によって計測した後、XYステージ102とZ駆動機構112a、112b、112c、レベリング機構111a、111b、111cを駆動して、ウエハWのショット領域を露光位置（レチクルR上のパターンの投影位置）及び投影光学系PLの像面に対して位置合わせした後、露光が行われる。

【0010】上記のように、ウエハ・アライメント・センサ106によって計測した結果に基づいて、ウエハWの上記位置合わせを行うためには、ウエハ・アライメント・センサ106の検出中心とレチクルR上のパターンの投影位置との相対位置関係が分かっている必要がある。この相対位置関係を求めるのが、ベースライン計測シーケンスと呼ばれるものである。

【0011】この投影露光装置におけるベースライン計測は、次のようにして行われる。すなわち、試料台104上に設けられた基準板FM上の第2基準マークMwをウエハ・アライメント・センサ106で観察すると同時に一対の第1基準マークMrを投影光学系PLを介してレチクル・アライメント・センサ109a、109bで観察する。そして、レチクル・アライメント・センサ109a、109bによりレチクルR上の一対のレチクル・アライメント・マークM<sub>a</sub>と基準板FM上の一対の第1基準マークMrとの相対位置関係（相対距離）を計測し、ウエハ・アライメント・センサ106により、ウエハ・アライメント・センサ106の内部に設けられた検出基準となる指標マークと基準板FM上の第2基準マークMwとの相対位置関係（相対距離）を計測する。

【0012】

【発明が解決しようとする課題】上記ベースライン計測を行う際、ウエハ・アライメント・センサ106とレチクル・アライメント・センサ109a、109bは、同時に基準板FM上の各基準マークに合焦した状態で計測

10

20

30

40

50

を行うことができることがスルーブット上理想的である。しかし、上記構成の投影露光装置にあっては、基準板FMの取付け後に、倍率等の他の結像特性に影響を与えることなく、ウエハ・アライメント・センサ106とレチクル・アライメント・センサ109a、109bとを基準板FM上の各基準マークに同時に合焦させることは困難であった。このため、ベースライン計測時に、ウエハ・アライメント・センサ106とレチクル・アライメント・センサ109a、109bとを基準板FMに対して合焦させるような動作は行われておらず、基準板FMの取付けの段階で、ウエハ・アライメント・センサ106とレチクル・アライメント・センサ109a、109bとができるだけ同時に基準板FM上の各基準マークに合焦するように、基準板FMの取り付け作業を行っていた。具体的には、試料台104上に基準板を支持するための3点の支持面（島出し面とも呼ばれる）を形成し、これらの支持面を少しずつ削ることにより、基準板FMの取付け角度の調整を厳密に行う必要があった。このため、基準板取付け作業に熟練を要するとともに、面倒で手間の掛かるという不都合があった。

【0013】また、仮に、上記の如くして基準板FMの取り付けを厳密に行ったとしても、装置使用時の大気圧変動や、投影光学系PLへの露光光照射などの影響により、両センサ106、(109a、109b)の合焦位置の差が変動するため、少なくとも一方のアライメント・センサにデフォーカスが発生することは避けることができなかった。このため、計測対象である各マーク像のコントラスト低下による計測再現性の悪化や、特にレチクル・アライメント・センサの場合には、主光線の傾斜（テレセントリシティのずれ）との相乗効果による計測誤差が発生するという不都合があった。

【0014】本発明は、かかる事情の下になされたもので、請求項1に記載の発明の目的は、特に、基準板取付け作業を簡略化することができる投影露光装置を提供することにある。

【0015】また、請求項2及び3に記載の発明の目的は、上記目的に加え、基準板表面に凹凸があっても、確実に、第1基準マークに位置検出系を合焦させると同時に第2基準マークにマーク検出系を合焦させることが可能な投影露光装置を提供することにある。

【0016】また、請求項4に記載の発明の目的は、上記各発明の目的に加え、大気圧変動があっても、確実に、基準板上の第1基準マークに位置検出系を合焦させると同時に第2基準マークにマーク検出系を合焦させることが可能な投影露光装置を提供することにある。

【0017】また、請求項5に記載の発明の目的は、上記各発明の目的に加え、投影光学系への露光光照射の影響により特に位置検出系の焦点位置が変動しても、確実に、基準板上の第1基準マークに位置検出系を合焦させると同時に第2基準マークにマーク検出系を合焦させる

ことが可能な投影露光装置を提供することにある。

【0018】また、請求項6ないし8に記載の発明の目的は、ベースライン計測精度を向上させることが可能な相対位置計測方法（ベースライン計測方法）を提供することにある。

【0019】

【課題を解決するための手段】請求項1に記載の発明は、マスク(R)に形成されたパターンを投影光学系(PL)を介して感光基板(W)上に投影露光する投影露光装置であって、所定の基準面内を2次元移動可能な基板ステージ(22)と；前記感光基板(W)を保持する基板テーブル(24)と；前記基板ステージ(22)上に搭載され、前記基板テーブル(24)を前記投影光学系(PL)の光軸方向及びこれに直交する面に対して傾斜する方向に駆動する基板駆動系(21a、21b)と；前記基板テーブル(24)上に載置されるとともに第1基準マーク(M<sub>11</sub>、M<sub>12</sub>)と第2基準マーク(M<sub>w</sub>)とが所定の位置関係で形成された基準板(FM)と；前記感光基板(W)及び前記基準板(FM)の光軸方向位置を検出するフォーカス検出系(36a、36b)と；前記基準板(FM)上の前記第1基準マーク(M<sub>11</sub>、M<sub>12</sub>)と前記マスク(R)のパターンの投影位置との相対位置関係を計測する位置検出系(34a、34b)と；前記感光基板(W)上の位置合わせマーク及び前記基準板(FM)上の第2基準マーク(M<sub>w</sub>)の位置を検出するためのマーク検出系(32)と；前記基板ステージ(22)の2次元位置を制御するステージ制御系(50)と；前記ステージ制御系(50)を介して前記基板ステージ(22)の位置決めを行なうとともに、前記フォーカス検出系(36a、36b)の検出値をモニタしつつ前記基準板(FM)上の前記第1基準マーク(M<sub>11</sub>、M<sub>12</sub>)に前記位置検出系(34a、34b)を合焦させると同時に前記第2基準マーク(M<sub>w</sub>)に前記マーク検出系(32)を合焦させるように、前記基板駆動系(21a、21b)を制御する制御手段(50)とを有する。

【0020】これによれば、制御手段により、ステージ制御系を介して基板ステージの位置決めが行われ、フォーカス検出系の検出値をモニタしつつ基準板上の第1基準マークに位置検出系を合焦させると同時に第2基準マークにマーク検出系を合焦させるように、基板駆動系が制御される。この基板駆動系の制御は、例えば基準状態における既知の位置検出系の焦点位置とマーク検出系の焦点位置とに基づいて、その差に対応する角度だけ基板テーブルを基準面に対して傾けるとともに、基準板上の一方の基準マークの位置をフォーカス検出系で検出しつつ行われる。但し、この場合、基準面に対する基準板の傾き（取付け角度）が既知であることが前提になる。

【0021】このように本発明によれば、基準面に対する基準板の傾き（取付け角度）さえ判明していれば、基

準板の基板テーブルへの取付け後においても、第 1 基準マークに位置検出系を合焦させると同時に第 2 基準マークにマーク検出系を合焦させることが可能になる。従って、基準板をある程度ラフに基板テーブルに取り付けておいても良くなるので、結果的に基準板取付け作業に熟練が不要となり、その作業工数も減少させることができる。

【 0 0 2 2 】 上記請求項 1 に記載の発明は、基準板表面が平面であることを前提としているが、基準板表面も厳密な意味で平面とは限らず、凹凸がある場合も考えられ

る。

【 0 0 2 3 】 かかる場合を考慮して、請求項 2 に記載の発明の如く、前記フォーカス検出系 ( 3 6 a , 3 6 b ) による前記第 1 基準マーク (  $M_{r1}$  ,  $M_{r2}$  ) と前記第 2 基準マーク ( Mw ) との前記光軸方向の位置の検出結果が予め記憶された記憶手段 ( 5 0 ) を更に設け、前記制御手段 ( 5 0 ) は、前記記憶手段 ( 5 0 ) に記憶された検出結果を用いて、前記マーク検出系 ( 3 2 ) の前記第 2 基準マーク ( Mw ) に対する前記合焦動作と前記位置検出系 ( 3 4 a , 3 4 b ) の前記第 1 基準マーク (  $M_{r1}$  ,  $M_{r2}$  ) に対する前記合焦動作とを行なうようにしても良い。このようにした場合には、基準板表面に凹凸があっても何らの不都合なく、制御手段では記憶手段に記憶された検出結果及び既知の位置検出系の焦点位置とマーク検出系の焦点位置とに基づいて、確実に、フォーカス検出系の検出値をモニタしつつ基準板上の第 1 基準マークに位置検出系を合焦させると同時に第 2 基準マークにマーク検出系を合焦させることが可能になる。

【 0 0 2 4 】 あるいは、請求項 3 に記載の発明の如く、前記制御手段 ( 5 0 ) は、ステージ制御系 ( 5 0 ) を介して前記基板ステージ ( 2 2 ) の位置決めを行なうとともに、前記フォーカス検出系 ( 3 6 a , 3 6 b ) を用いて前記第 1 基準マーク (  $M_{r1}$  ,  $M_{r2}$  ) と前記第 2 基準マーク ( Mw ) との前記光軸方向の位置をそれぞれ検出し、この検出結果を用いて前記マーク検出系 ( 3 2 ) の前記第 2 基準マーク ( Mw ) に対する前記合焦動作と前記位置検出系 ( 3 4 a , 3 4 b ) の前記第 1 基準マーク (  $M_{r1}$  ,  $M_{r2}$  ) に対する前記合焦動作とを行なうようにしても良い。この場合にも、請求項 2 に記載の発明の場合と同様に、基準板表面に凹凸があっても何らの不都合なく、制御手段では第 1 基準マークと第 2 基準マークとの光軸方向の位置の検出結果及び既知の位置検出系の焦点位置とマーク検出系の焦点位置とに基づいて、確実に、基準板上の第 1 基準マークに位置検出系を合焦させると同時に第 2 基準マークにマーク検出系を合焦させることが可能になる。

【 0 0 2 5 】 上記各発明において、請求項 4 に記載の発明の如く、大気圧を計測する大気圧センサ ( 3 8 ) を更に設け、前記制御手段 ( 5 0 ) が、大気圧変化をも考慮して前記マーク検出系 ( 3 2 ) の前記第 2 基準マーク

( Mw ) に対する前記合焦動作と前記位置検出系 ( 3 4 a , 3 4 b ) の前記第 1 基準マーク (  $M_{r1}$  ,  $M_{r2}$  ) に対する前記合焦動作とを行なうようにしても良い。このようにすれば、装置使用時の大気圧変動により位置検出系、マーク検出系の焦点位置が変動した場合においても、大気圧変化をも考慮して、確実に、基準板上の第 1 基準マークに位置検出系を合焦させると同時に第 2 基準マークにマーク検出系を合焦させることが可能になる。

【 0 0 2 6 】 また、上記各発明において、請求項 5 に記載の発明の如く、前記マスク ( R ) 又は投影光学系 ( PL ) に対して照射される露光光の光量を計測する光量センサ ( 1 8 ) を更に設け、前記制御手段 ( 5 0 ) は、前記光量センサ ( 1 8 ) の計測結果に基づいて前記投影光学系 ( PL ) の露光光照射による照射変動をも考慮して前記位置検出系 ( 3 4 a , 3 4 b ) の前記第 1 基準マーク (  $M_{r1}$  ,  $M_{r2}$  ) に対する前記合焦動作を行なうようにしても良い。このようにすれば、投影光学系への露光光照射の影響により特に位置検出系の焦点位置が変動しても、これに影響されることなく、確実に、基準板上の第 1 基準マークに位置検出系を合焦させると同時に第 2 基準マークにマーク検出系を合焦させることが可能になる。

【 0 0 2 7 】 請求項 6 に記載の発明は、第 1 基準マーク (  $M_{r1}$  ,  $M_{r2}$  ) と第 2 基準マーク ( Mw ) とが所定の位置関係で形成された基準板 ( FM ) と、前記第 1 基準マーク (  $M_{r1}$  ,  $M_{r2}$  ) とマスク ( R ) のパターンの投影位置との相対位置関係を計測するための位置検出系 ( 3 4 a , 3 4 b ) と、前記パターンが投影光学系 ( PL ) を介して投影露光される感光基板 ( W ) 上に設けられた位置合わせマークの位置を検出するマーク検出系 ( 3 2 ) とを備えた露光装置に用いられる、前記パターンの投影位置と前記マーク検出系 ( 3 2 ) との相対位置関係を計測する相対位置計測方法において、所定の基準面に対する前記基準板 ( FM ) 上に設けられた前記第 1 基準マーク (  $M_{r1}$  ,  $M_{r2}$  ) と第 2 基準マーク ( Mw ) との前記投影光学系 ( PL ) の光軸方向位置の差を計測し、前記マーク検出系 ( 3 2 ) のベストフォーカス位置と前記位置検出系 ( 3 4 a , 3 4 b ) のベストフォーカス位置とをそれぞれ算出し、前記計測された光軸方向位置の差及び前記算出された各ベストフォーカス位置とに基づいて前記基準板 ( FM ) 上の前記第 1 基準マーク (  $M_{r1}$  ,  $M_{r2}$  ) を前記位置検出系 ( 3 4 a , 3 4 b ) に合焦させると同時に前記第 2 基準マーク ( Mw ) をマーク検出系 ( 3 2 ) に合焦させた状態で、前記位置検出系 ( 3 4 a , 3 4 b ) により前記第 1 基準マーク (  $M_{r1}$  ,  $M_{r2}$  ) と前記マスク ( R ) のパターンの投影位置との相対位置関係を検出するとともに前記マーク検出系 ( 3 2 ) の検出中心と前記第 2 基準マーク ( Mw ) との位置ずれを検出し、これらの検出結果と前記両基準マークの既知の位置関係とに基づいて前記パターンの投影位置とマーク検

出系との相対位置関係を計測することを特徴とする。

【 0 0 2 8 】これによれば、所定の基準面に対する基準板上に設けられた第 1 基準マークと第 2 基準マークとの投影光学系の光軸方向位置の差が計測される。この計測は基準板の装置への取付け後に、一度行えば足りる。また、マーク検出系のベストフォーカス位置と位置検出系のベストフォーカス位置とがそれぞれ算出される。これらのベストフォーカス位置の基準状態における値は、例えば装置の調整時に所望の値となるように、厳密に調整されており、その値は既知である。この基準状態における値に基づいて、所定の演算により、環境条件の変化に応じた実際のマーク検出系のベストフォーカス位置と位置検出系のベストフォーカス位置とが算出される。そして、計測された光軸方向位置の差及び算出された各ベストフォーカス位置とに基づいて基準板上の第 1 基準マークを位置検出系に合焦させると同時に第 2 基準マークをマーク検出系に合焦させた状態で、位置検出系により第 1 基準マークとマスクのパターンの投影位置との相対位置関係が検出され、これとほぼ同時にマーク検出系の検出中心と第 2 基準マークとの位置ずれが検出される。しかる後、これらの検出結果と両基準マークの既知の位置関係とに基づいてパターンの投影位置とマーク検出系との相対位置関係（すなわち、ベースライン量）が計測される。このように、本発明によれば、常に基準板上の第 1 基準マークを位置検出系に合焦させると同時に第 2 基準マークをマーク検出系に合焦させるので、計測対象である各マーク像のコントラスト低下による計測再現性の悪化等が生じなくなる。従って、ベースライン計測精度を向上させることが可能になる。

【 0 0 2 9 】この場合において、上記の環境条件の変化としては、例えば大気圧変動、湿度の変動、温度の変動、投影光学系の照射変動等が考えられるので、これらの全てを考慮して上記各ベストフォーカス位置の計測を行うことが望ましいが、演算が複雑になる。

【 0 0 3 0 】かかる点を考慮すれば、例えば、請求項 7 に記載の発明の如く、前記マーク検出系のベストフォーカス位置と前記位置検出系のベストフォーカス位置の算出は、少なくとも大気圧変化を考慮して行うようにすれば良い。このようにする場合には、フォーカスの大気圧変化は、大気圧の変動分に比例するので、比較的簡単な演算によりフォーカスに大きな影響を与える大気圧変動を考慮した各ベストフォーカス位置の算出が可能となり、これによりベースライン計測精度を向上させることができる。

【 0 0 3 1 】また、請求項 8 に記載の発明の如く、前記位置検出系のベストフォーカス位置の算出は、前記投影光学系の照射変動を考慮して行われることがより望ましい。この場合には、照射変動をも考慮して位置検出系のベストフォーカス位置が算出されるので、より正確な各ベストフォーカス位置の算出が可能となる。従って、ベ

ースライン計測精度を一層向上させることができる。但し、この場合には、ベストフォーカス位置算出のための多少複雑な演算が必要となる。

【 0 0 3 2 】

【発明の実施の形態】以下、本発明の一実施形態を図 1 ないし図 4 に基づいて説明する。図 1 には、一実施形態の投影露光装置 1 0 の主要部の構成が示されている。この投影露光装置 1 0 は、ステップ・アンド・リピート方式の縮小投影露光装置（ステッパー）である。

10 【 0 0 3 3 】投影露光装置 1 0 は、マスクとしてのレチクル R を照明する照明光学系 1 2、この照明光学系 1 2 の下方に配置されレチクル R を保持するレチクルホルダ 1 4、レチクル R の下方に配置された投影光学系 P L、この投影光学系 P L の下方に配置され感光基板としてのウエハ W を保持するステージ装置 1 6、及び主制御装置 5 0 等を備えている。

20 【 0 0 3 4 】前記照明光学系 1 2 は、図 1 では単なるブロックとして示されているが、実際には、例えばコリメータレンズ、フライアイレンズ等から成る照度均一化光学系、リレーレンズ系、レチクルブラインド、コンデンサレンズ等（いずれも図示省略）を含んで構成され、不図示の露光光源からの露光光 I L によりほぼ均一な照度でレチクル R 上のレチクルブラインドで規定された所定の矩形領域を上方から照明する。露光光 I L としては、例えば K r F エキシマレーザ光や A r F エキシマレーザ光が使用される。なお、露光光 I L として、銅蒸気レーザや Y A G レーザの高調波、あるいは超高压水銀ランプからの紫外域の輝線（g 線、i 線等）等を用いても良い。

30 【 0 0 3 5 】また、照明光学系 1 2 内の露光光 I L の光路上には、透過率が大きく反射率が僅かの不図示のビームスプリッタが設けられ、このビームスプリッタによりレチクル R に照射される露光光 I L の一部が取り出され、光量センサとしてのインテグレートセンサ 1 8 に受光されるようになっている。このインテグレートセンサ 1 8 は受光量に応じた光電信号を出力し、この光電信号が主制御装置 5 0 によってモニタされるようになっている。インテグレートセンサ 1 8 としては、例えば遠紫外域で感度があり、且つ露光光源としてのエキシマレーザ光源のパルス発光を検出するために高い応答周波数を有する P I N 型のフォトダイオード等が使用される。また、本実施形態の場合、インテグレートセンサ 1 8 の出力は、後述する試料台 2 4 上で像面（即ち、ウエハ W の表面）と同じ高さに設置された不図示の基準照度計の出力に対して予め較正（キャリブレーション）されている。従って、インテグレートセンサ 1 8 の出力に基づいて予め求められた変換係数、或いは変換関数を用いて間接的に像面上に与えられている露光量を計測できるようになっている。

50 【 0 0 3 6 】前記レチクルホルダ 1 4 上には、レチクル

R が例えば真空吸着等によって固定されている。このレチクルホルダ 1 4 は、レチクル R の位置決めのため、照明光学系 1 2 の光軸（後述する投影光学系 P L の光軸に一致）に垂直な平面内で 2 次元的に（X 軸方向及びこれに直交する Y 軸方向及び X Y 平面に直交する Z 軸回りの回転方向に）微小駆動可能に構成されている。レチクル R の裏面中央部には、クロムパターン等から成る不図示の回路パターンが形成されている。また、図 1 に示されるように、この回路パターンが形成されたパターン領域の X 軸方向における両側にレチクル・アライメント・マ

ーク（以下、「レチクルマーク」という） $M_{11}$ 、 $M_{12}$  が形成されている。  
 【0037】前記投影光学系 P L は、その光軸（照明光学系 1 2 の光軸に一致）の方向が Z 軸方向とされ、ここでは両側テレセントリックな光学配置となるように光軸 A X 方向に沿って所定間隔で配置された複数枚のレンズエレメントを有する屈折光学系が使用されている。この投影光学系 P L は所定の投影倍率、例えば  $1/5$ （あるいは  $1/4$ ）を有する縮小光学系である。このため、照明光学系 1 2 からの露光光 I L によってレチクル R が照

明されると、このレチクル R を通過した露光光 I L により、投影光学系 P L を介してレチクル R の回路パターンの縮小像がウエハ W の表面に形成される。このようにしてフォトリソが塗布されたウエハ W 上に、レチクル R 上のパターンが露光転写される。  
 【0038】前記ステージ装置 1 6 は、不図示のベース上を、駆動系 2 0 により X 軸方向及びこれに直交する Y 軸方向に移動可能な基板ステージとしての X Y ステージ 2 2 と、この X Y ステージ 2 2 上に X Y 方向に位置決めされかつ Z 軸方向の移動及び傾斜が許容された状態で取

り付けられた基板テーブルとしての試料台 2 4 と、この試料台 2 4 上に設けられたウエハ・ホルダ 2 6 とを備えている。このウエハ・ホルダ 2 6 はウエハ W を吸着保持している。  
 【0039】前記試料台 2 4 は、基板駆動系としてのフォーカス・レベリング機構を介して X Y ステージ 2 2 上に搭載されている。このフォーカス・レベリング機構は、試料台 2 4 を異なる 3 点で支持するとともに、独立して Z 軸方向に駆動可能な 3 つの上下動機構 2 1 a、2 1 b、2 1 c（但し、紙面奥側の 2 2 c は図示せず）から成る。以下、便宜上、このフォーカス・レベリング機構を、「フォーカス・レベリング機構 2 1」と呼ぶものとする。このフォーカス・レベリング機構 2 1 が駆動系 2 0 を介して主制御装置 5 0 によって制御され、これによって試料台 2 4 上に保持されたウエハ W の面位置（Z 軸方向位置及び X Y 平面に対する傾斜）が所望の状態に設定されるようになっている。

【0040】また、試料台 2 4 上には L 字型ミラーから成る移動鏡 2 8 が固定されている。この移動鏡 2 8 は、X 軸に直交する反射面と、Y 軸に直交する反射面とを有

している。移動鏡 2 8 の前記各反射面には、X レーザ干渉計 3 0 X、Y レーザ干渉計 3 0 Y から測長ビームが投射されており、X レーザ干渉計 3 0 X、Y レーザ干渉計 3 0 Y では、それぞれ反射光を受光して試料台 2 4 の X 位置、Y 位置を所定の分解能（例えば、1 nm 程度の分解能）で常時計測している。これらの干渉計 3 0 X、3 0 Y で計測された試料台 2 4 の位置情報は主制御装置 5 0 に送られ、主制御装置 5 0 では前記位置情報に基づいて駆動系 2 0 を介して X Y ステージ 2 2 を位置制御する。なお、X 軸方向又は Y 軸方向の干渉計の測長軸を 2 軸にして、試料台 2 4 の回転をも計測するようにしても良い。

【0041】また、試料台 2 4 上には、基準板 F M も設けられている。この基準板 F M の表面には例えば、図 4 に示されるように一对の第 1 基準マーク  $M_{11}$ 、 $M_{12}$  と、一つの第 2 基準マーク M w が形成されている。

【0042】ウエハ W 上には、それまでの工程で形成された回路パターンが形成されているのでレチクルパターンの転写に際しては、既に形成されたパターンと新たに転写するレチクルパターンの位置関係を正確に合わせる必要がある。このため、一般にウエハ W 上には、既存の回路パターンの位置を検出するためのウエハ・アライメント・マーク（以下、「ウエハマーク」という）が形成されている。

【0043】このウエハマークを検出するためのマーク検出系としてのオフアクシス方式のウエハ・アライメント・センサ 3 2 が投影光学系 P L の側面に設けられている。このウエハ・アライメント・センサ 3 2 としては、検出中心となる指標 M a（図 4 参照）を有する画像処理方式の結像式アライメントセンサが用いられている。このウエハ・アライメント・センサ 3 2 の計測値は主制御装置 5 0 に供給されるようになっている。

【0044】また、レチクル R の上方には、レチクル・アライメント・センサ 3 4 a、3 4 b が設けられている。これらのレチクル・アライメント・センサ 3 4 a、3 4 b としては、結像光学系と撮像素子（C C D 等）とを備えたものが使用されている。そして、これらのレチクル・アライメント・センサ 3 4 a、3 4 b によってレチクルマーク  $M_{11}$ 、 $M_{12}$  と基準板 F M 上に形成された一对の第 1 基準マーク  $M_{11}$ 、 $M_{12}$  とのずれを計測できるようになっている。これらのレチクル・アライメント・センサ 3 4 a、3 4 b の計測値も主制御装置 5 0 に供給される。これらのレチクル・アライメント・センサ 3 4 a、3 4 b は、矢印 A、B で示されるように X 方向に移動可能となっており、計測時以外は主制御装置 5 0 によって不図示の駆動装置を介してレチクル上から退避されるようになっている。

【0045】更に、本実施形態の投影露光装置 1 0 では、ウエハ W 表面又は基準板 F M 表面の投影光学系 P L の光軸方向の位置（変位）を計測する斜入射光式のフォ

10

20

30

40

50

ーカス検出系も設けられている。このフォーカス検出系は、ウエハW表面（又は基準板FM表面）に対して所定角度（5～12度）傾斜した方向からスリット像を投射結像させる送光光学系36aと、この反射したスリット像の光束を受光する受光光学系36bとから成る斜入射光式のフォーカス検出系が用いられている。以下、このフォーカス検出系を「フォーカス検出系36」と呼ぶものとする。なお、この斜入射光式のフォーカス検出系については、本願と同一の出願人が提案した特開昭58-113706号公報に開示されているので、その構成及び動作の詳細は省略する。

【0046】この他、本実施形態の投影露光装置10では、投影光学系PLの近傍における大気圧の変化を計測する大気圧センサ38が設けられている。この大気圧センサ38の計測値も主制御装置50に供給されるようになっている。なお、大気圧センサ38とともに、他の環境センサ、例えば温度センサ、湿度センサ等を設けても勿論良い。

【0047】前記主制御装置50は、マイクロコンピュータ（又はミニコンピュータ）等のコンピュータから成り、装置全体を統括的に制御する。具体的には、この主制御装置50は、ウエハW上の各ショット領域を露光位置に位置決めしたり、後述するベースライン計測を行なったりする際に、レーザ干渉計30X、30Yの計測値に基づき、駆動系20を介してXYステージ22の位置を制御する。さらに主制御装置50は、ウエハW上のショット領域を投影光学系PLの像面に合わせる等の目的で駆動系20を介してフォーカス・レベリング機構21を制御する。また、この主制御装置50は、駆動系20を介してXYステージ22を2次元移動させつつ、フォーカス検出系36の計測値をモニタすることにより基準板FMやウエハWの平面度あるいは傾斜を計測する機能、及びその計測結果を不図示の内部メモリに記憶する機能を有している。更に、この主制御装置50は、大気圧センサ38で計測された大気圧変化に応じて、ウエハ・アライメント・センサ32のベスト・フォーカス位置及び投影光学系PLを介したレチクル・アライメント・センサ34a、34bのベスト・フォーカス位置を算出する機能や、インテグレートセンサ18の計測値から得られる投影光学系PLに対する露光光照射エネルギーの履歴に応じてレチクル・アライメント・センサ34a、34bのベスト・フォーカス位置を算出する機能等をも有している。なお、これらのベスト・フォーカス位置の算出については、更に後述する。

【0048】次に、上述のようにして構成された本実施形態の投影露光装置10の主要な動作を、図2ないし図4を参照しつつ、主制御装置50の制御動作を中心に説明する。ここで、説明する動作は、露光動作に先立って行われる、ベースライン計測に関するものである。

【0049】このベースライン計測は、基準板FMの平

面度（傾斜）を計測し記憶する第1の段階と、ウエハ・アライメント・センサ32及びレチクル・アライメント・センサ34a、34bのベスト・フォーカス位置を計算する第2の段階と、ウエハ・アライメント・センサ32とレチクル・アライメント・センサ34a、34bを基準板FM上の特定の基準マークにそれぞれ合焦させ、レチクルパターンの投影位置とウエハ・アライメント・センサ32の検出中心との相対位置関係、すなわちいわゆるベースライン量の計測を行う第3の段階とを含む。

10 【0050】（第1の段階）まず、この第1の段階の動作の前提となるフォーカス・レベリング機構21の傾斜の基準状態について図2に基づいて説明する。図2には、図1の矢印P方向から見たステージ装置16及び投影光学系PL近傍の状態が概略的に示されている。この図2においては、ウエハ・ホルダ26、移動鏡28等は省略されている。

20 【0051】この図2において、フォーカス・レベリング機構21（21a、21b、21c）は、所定の姿勢となっており、この図2の状態を傾斜の基準状態（リセット状態）と定義する。ここでは、ウエハ・ホルダ26の上面が、XYステージ22のガイド面40と平行な状態を、傾斜の基準状態、すなわちリセット状態と定義するものとする。また、この図2においては、基準板FM上に形成された一対の第1基準マークM<sub>11</sub>、M<sub>12</sub>が代表して第1基準マークMrとして示されている。

【0052】このリセット状態では、図2から明らかなように、第1基準マークMrと第2基準マークMwとの投影光学系PLの光軸方向（Z方向）の位置はΔZの差がある。

30 【0053】このリセット状態で、主制御装置50ではベースライン計測動作を開始する。すなわち、主制御装置50では、フォーカス・レベリング機構21をリセット状態に固定したまま、フォーカス検出系36の検出位置に基準板FM上の基準マークMw、Mrが順次位置するように、駆動系20を介してXYステージ22の位置を制御する。この際、主制御装置50では基準マークMw、Mrに対するフォーカス検出系36の出力を求め、その差により図2に示されるΔZを求め、不図示の内部メモリに記憶する。ここで、斜入射光式のフォーカス・センサは、所定の基準面からのZ方向の位置を検出するものであるから、上記ΔZを検出することは、所定の基準面に対する基準マークMw、MrのZ方向の位置の差を計測することに他ならない。これにより第1の段階の動作が終了する。

40 【0054】ここで、ΔZの値は、基準板FMの平面度、装置の組立精度などによって定まるものであり、ひとたび装置が組み立てられれば、ほぼ変動することのない定数と見なすことができる。従って、その計測も装置組み立て・調整後に一度行い、その計測結果を内部メモリに記憶しておき、以降は必要に応じてメモリ内の情報



15

を読み出すようにすればよい。

【0055】（第2の段階）次に、ウエハ・アライメント・センサ32の焦点位置 $F_w$ と、レチクル・アライメント・センサ34a, 34bの焦点位置 $F_r$ を求める第2の段階について説明する。

【0056】ウエハ・アライメント・センサ32のアライメント光の光路上には、いわゆる光学ガラス以外に、ガラスの隙間の空気部分も存在する。このため、大気圧が変動するのに伴って、光路中の屈折率分布も変動し、結果として焦点面も変動することになる。大気圧変

$$F_w = (F_{r1}, P)$$

通常、光学系の焦点位置等の結像特性は大気圧の変化にほぼ比例することが知られており、(1)式の演算は、単なる比例演算となる。

【0058】同様に、レチクル・アライメント・センサ34a, 34bの焦点位置も、予測することができるが、本実施形態のよつに、投影光学系PLを介してレチクル・アライメントを行なういわゆるTTR方式のレチクル・アライメント・センサの場合、その光路上に投影光学系PLが含まれるので、大気圧変化の他に投影光学

$$F_r = (F_{r1}, P, Q)$$

そこで、主制御装置50では、大気圧センサ38の計測値をモニタするとともに、インテグレートセンサ18をモニタすることにより、大気圧Pと同様、投影光学系PLへの露光照射の履歴を求め、上記(2)式に基づいてレチクル・アライメント・センサ34a, 34bの焦点位置 $F_r$ を求める。

【0061】なお、(2)式は、レチクル・アライメント・センサ内光学系と投影光学系PLの大気圧変動によるフォーカス変動分と、投影光学系PLの露光照射に起因するフォーカスの変動分とを合わせて表現したものであるから、これらの変動分を別々に求めても良いことは勿論である。

【0062】そして、主制御装置50では、上で求めた焦点位置 $F_w$ 、 $F_r$ の差により、図2に示される、レチクル・アライメント・センサ34a, 34bと、ウエハ・アライメント・センサ32の焦点の差 $\Delta F$ を求め、内部メモリに記憶する。これにより、第2の段階の動作が

$$\theta = \theta_1 + \theta_2 \approx (\Delta F + \Delta Z) / L$$

で表わすことができる。なお、基準板FMの傾斜量 $\theta$ は微小量であることより、基準板FM上に設けられたマークMwとMrとの距離がLであると考えて差し支えない。

【0065】主制御装置50では、上述のようにして、フォーカス・レベリング機構21により試料台24を駆動すべき傾斜量 $\theta$ を求め、その傾斜量分だけフォーカス・レベリング機構21を介して試料台24を傾斜駆動する。その後、主制御装置50では、XYステージ22を駆動して、基準板FM上の基準マークMw, Mrを、それぞれウエハ・アライメント・センサ32、レチクル・

16

化に対する焦点の変動の率は、予め求めておくことができるので、基準の大気圧状態での焦点位置 $F_{r1}$ を計測しておけば、その後の大気圧変化を計測することで、焦点位置 $F_w$ を予測することができる。そこで、主制御装置50では、大気圧センサ38の計測値をモニタすることにより、その後の大気圧変化を計測し、これに基づいてウエハ・アライメント・センサ32の焦点位置 $F_w$ を予測（算出する）する。大気圧をPとすると、焦点位置 $F_w$ は、下記のように表わされる。

【0057】

$$\dots\dots\dots (1)$$

系PLに対する露光光の照射による照射変動分をも考慮する必要がある。

【0059】基準大気圧状態における露光光照射の影響がない時点での焦点位置を $F_{r1}$ 、大気圧をP、露光光照射の履歴をQとすると、レチクル・アライメント・センサ34a, 34bの焦点位置 $F_r$ は、次のように表される。

【0060】

$$\dots\dots\dots (2)$$

終了する。

【0063】（第3の段階）この第3の段階では、主制御装置50では、まず、上記第1の段階で求めた $\Delta Z$ と第2の段階で求めた $\Delta F$ を用いて、フォーカス・レベリング機構21により試料台24を駆動すべき傾斜量、すなわち、図2中に仮想線で示されるウエハ・アライメント・センサの焦点位置と、レチクル・アライメント・センサ34a, 34bの焦点位置とを結ぶ線分と、基準板FM上の第1基準マークMrと第2基準マークMwとを結ぶ線分との成す角 $\theta$  ( $= \theta_1 + \theta_2$ )を計算する。

【0064】ここで、図2に示されるように、基準板FM上の第1基準マークMrと第2基準マークMwとの距離をXYステージのガイド面40に射影した距離をL (Lは例えば60~70mm)とすると、実際には、角 $\theta_1$ ,  $\theta_2$ は共に微小量（数秒~数十秒程度）であるから、求める傾斜量 $\theta$ は、フォーカス・レベリング機構21のリセット状態を基準に、

$$\dots\dots\dots (3)$$

アライメント・センサ34a, 34bのほぼ光軸上に移動する。次いで、主制御装置50では、試料台24の傾斜を維持した状態で、フォーカス検出系36の計測値をモニタしつつ、第1基準マークMrがレチクル・アライメント・センサ34a, 34bに対して合焦するように、フォーカス・レベリング機構21を介して試料台24を光軸方向にさらに平行移動させる。これにより、第2基準マークMwもウエハ・アライメント・センサ32に対して合焦した状態となる。図3には、このようにして、第1基準マークMrがレチクル・アライメント・センサ34a, 34bに対して合焦し、第2基準マーク

Mwもウエハ・アライメント・センサ32に対して合焦した状態が示されている。

【0066】この図3の状態では、主制御装置50では、ウエハ・アライメント・センサ32を用いて第2基準マークMwに対するウエハ・アライメント・センサ32の指標中心の位置 $\Delta W$ を計測し、これとほぼ同時にレチクル・アライメント・センサ34a, 34bを用いて第1基準マークMr（すなわちM<sub>11</sub>, M<sub>12</sub>）に対するレチクル・アライメント・マークM<sub>11</sub>, M<sub>12</sub>の位置 $\Delta R$ を計測する。

【0067】図4には、この $\Delta W$ ,  $\Delta R$ の計測を行なう

$$BL = L + \Delta W - \Delta R$$

そこで、主制御装置50では、上記 $\Delta W$ ,  $\Delta R$ の計測の後、式(4)の演算を行なって、レチクルR上のパターンの投影位置とウエハ・アライメント・センサ32の検出中心（すなわち指標Maの中心）までの距離（相対位置関係）を算出する。

【0069】これまでの説明から明らかなように、本実施形態では、主制御装置50によって、ステージ制御系、制御手段が構成され、また、主制御装置50内の内部メモリによって記憶手段が構成される。

【0070】以上説明したように、本実施形態によると、基準板FMの試料台24への取り付け後に、フォーカス検出系36を用いて基準面に対する基準板FM上の第1基準マークと第2基準マークとの投影光学系PLの光軸方向位置の差 $\Delta Z$ を予め計測し、その計測結果を主制御装置50の内部メモリに記憶しておくだけで、基準板FMの試料台24へ取り付け後においても、第1基準マークにレチクル・アライメント・センサ34a, 34bを合焦させると同時に第2基準マークにウエハ・アライメント・センサ32を合焦させることが可能になる。従って、基準板FMをある程度ラフに試料台24に取り付けておいても良くなるので、結果的に基準板FMの取付け作業に熟練が不要となり、その作業も容易になる（作業工数を低減できる）。

【0071】また、上記の如く、フォーカス検出系36を用いて基準面に対する基準板FM上の第1基準マークと第2基準マークとの投影光学系PLの光軸方向位置の差 $\Delta Z$ を予め計測することから、基準板FM表面に凹凸があっても何らの不都合なく、主制御装置50では、確実に、フォーカス検出系36の検出値をモニタしつつ基準板FM上の第1基準マークにレチクル・アライメント・センサ34a, 34bを合焦させると同時に第2基準マークにウエハ・アライメント・センサ32を合焦させることが可能になる。

【0072】さらに、大気圧変化、投影光学系PLの照射変動によりレチクル・アライメント・センサ34a, 34b、ウエハ・アライメント・センサ32の焦点位置が変動しても、これに影響を受けることなく、正確に、基準板FM上の第1基準マークにレチクル・アライメン

様子が示されている。前記の如く、第1基準マークMrから第2基準マークMwまでの距離Lは既知であるから、レチクル・アライメント・マークM<sub>11</sub>, M<sub>12</sub>で代表されるレチクルR上のパターンの投影位置からウエハ・アライメント・センサ32の検出中心（すなわち指標Maの中心）までの距離、すなわちベースライン量BLを求めることができる。図4から明らかなように、この求めるベースライン量BLは、各量の符号（矢印の方向）を考慮して、次式で与えられる。

10 【0068】

$$\dots\dots\dots (4)$$

ト・センサ34a, 34bを合焦させると同時に第2基準マークにウエハ・アライメント・センサ32を合焦させることが可能になる。

【0073】このように、本実施形態によると、ウエハ・アライメント・センサ32とレチクル・アライメント・センサ34a, 34bとを、第2基準マークMrと第1基準マークM<sub>11</sub>, M<sub>12</sub>に対して同時に合焦させた状態でのベースライン量の計測が常に可能となるので、高いベースライン計測精度を確保することができる。

【0074】なお、上記実施形態では、レチクル・アライメント・センサとして、34a, 34bの2つが設けられ、両センサ34a, 34bの焦点位置が一致していることを暗黙の前提として説明したが、実際に、何等かの理由で両センサ34a, 34bの焦点位置が互いに異なっている場合や、基準板FM上の第1基準マークM<sub>11</sub>, M<sub>12</sub>の光軸方向の位置（高さ）が異なっている場合等においては、上記と同様の考え方で、フォーカス・レベリング機構21を介して試料台24をY軸周りに傾斜させることで、2つのレチクル・アライメントセンサ34a, 34bに第1基準マークM<sub>11</sub>, M<sub>12</sub>を同時に合焦させるようにすれば良い。

【0075】また、上記実施形態では、本発明がステップ・アンド・リピート方式の投影露光装置に適用された場合について説明したが、これに限らず、ステップ・アンド・スキャン方式等の走査型露光装置であっても同様にオフアクシス方式のマーク検出系を備えたものであれば、本発明は好適に適用できるものである。

40 【0076】

【発明の効果】以上説明したように、請求項1に記載の発明によれば、基準板取付け作業を簡略化することができるという優れた効果がある。

【0077】また、請求項2及び3に記載の発明によれば、上記効果に加え、基準板表面に凹凸があっても、確実に、第1基準マークに位置検出系を合焦させると同時に第2基準マークにマーク検出系を合焦させることができるという効果がある。

50 【0078】また、請求項4に記載の発明によれば、上記各発明の効果に加え、大気圧変動があっても、確実

19

に、基準板上の第 1 基準マークに位置検出系を合焦させると同時に第 2 基準マークにマーク検出系を合焦させることができるという効果がある。

【0079】また、請求項 5 に記載の発明によれば、上記各発明の効果に加え、投影光学系への露光光照射の影響により特に位置検出系の焦点位置が変動しても、確実に、基準板上の第 1 基準マークに位置検出系を合焦させると同時に第 2 基準マークにマーク検出系を合焦させることができるという効果がある。

【0080】また、請求項 6 ないし 8 に記載の発明によれば、ベースライン計測精度を向上させることができる優れた相対位置計測方法（ベースライン計測方法）が提供される。

【図面の簡単な説明】

【図 1】一実施形態に係る投影露光装置の概略構成を示す斜視図である。

【図 2】図 1 の矢印 P 方向から見たステージ装置及び投影光学系近傍の状態を概略的に示す図である。

【図 3】第 1 基準マークがレチクル・アライメント・センサに対して合焦し、第 2 基準マークもウエハ・アライメント・センサに対して合焦した状態を示す図である。

【図 4】ウエハ・アライメント・センサを用いて第 2 基準マークに対するウエハ・アライメント・センサの指標中心の位置  $\Delta W$  の計測、レチクル・アライメント・セン

20

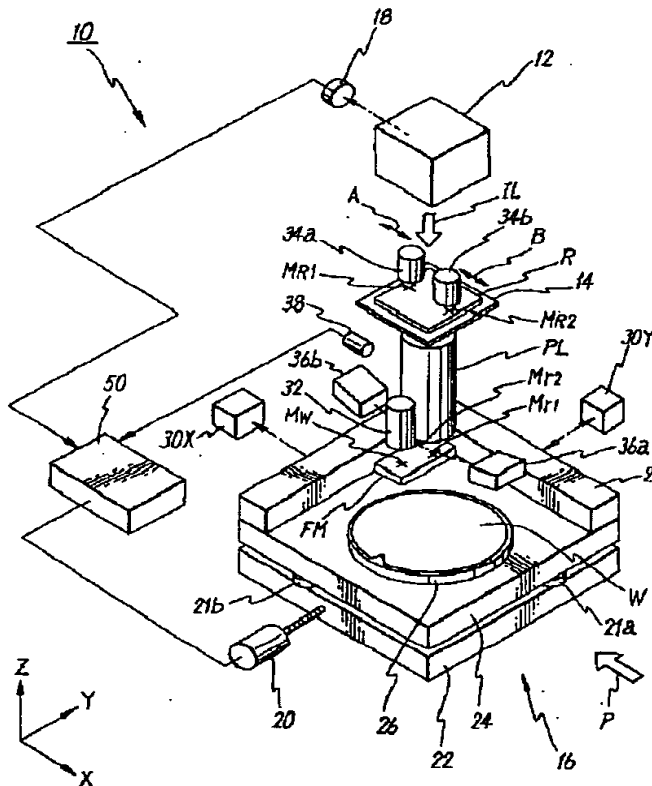
サを用いて第 1 基準マークに対するレチクル・アライメント・マークの位置  $\Delta R$  を計測する様子を示す図である。

【図 5】従来例を示す説明図である。

【符号の説明】

- 10 投影露光装置
- 18 インテグレートセンサ（光量センサ）
- 21 a, 21 b 上下動機構（基板駆動系）
- 22 XY ステージ（基板ステージ）
- 24 試料台（基板テーブル）
- 32 ウエハ・アライメント・センサ（マーク検出系）
- 34 a, 34 b レチクル・アライメント・センサ（位置検出系）
- 36 a 照射光学系（フォーカス検出系の一部）
- 36 b 受光光学系（フォーカス検出系の一部）
- 38 大気圧センサ
- 50 主制御装置（ステージ制御系、制御手段、記憶手段）
- R レチクル（マスク）
- PL 投影光学系
- W ウエハ（感光基板）
- $M_{r1}$ ,  $M_{r2}$ ,  $M_r$  第 1 基準マーク
- $M_w$  第 2 基準マーク
- FM 基準板

【図 1】



【図 2】

